

Method for multi-carrier modulation and demodulation of digitally coded data

Publication number: JP9512156 (T)

Publication date: 1997-12-02

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- International: H04H20/67; H04J11/00; H04L27/26; H04L5/06; H04J11/00; H04L27/26; H04L5/02; (IPC1-7): H04J11/00; H04L5/06

- European: H04H20/67; H04L27/26M1

Application number: JP19960504719T 19950720

Priority number(s): DE19944425713 19940720; WO1995EP02868 19950720

Also published as:

DE4425713 (C1)

HU215892 (B)

EP0771497 (A1)

EP0771497 (B1)

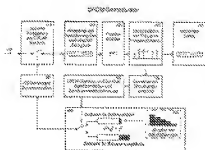
ES2121410 (T3)

FIGURE

Abstract not available for JP 9512156 (T)

Abstract of corresponding document: DE 4425713 (C1)

In order to prevent wanted signal capacity from being reduced during OFDM modulation of digital coded data, control symbol protecting intervals in the frame head of each OFDM transmission frame are larger than data symbol protecting intervals in wanted data areas of each OFDM transmission frame. The length of data symbol protecting intervals is determined during demodulation and data symbol scanning times are then determined depending on the thus determined length of the protecting intervals.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

JP9512156A

Bibliography

DWPI Title

Multiple carrier modulation and demodulation of digitally encoded data establishing safety intervals for control symbols in preamble of each frame larger than those for data symbols in data part of frame

Publication Date (Kind Code)

1997-12-02 (T)

Application Number / Date

JP1996504719A / 1995-07-20

Priority Number / Date / Country

DE4425713A / 1994-07-20 / DE

JP1996504719T / 1995-07-20 / JP

WO1995EP2868A / 1995-07-20 / EP

特表平9-512156

(43) 公表日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I
H 0 4 L 5/06		8124-5K	H 0 4 L 5/06
H 0 4 J 11/00		8124-5K	H 0 4 J 11/00
			Z
審査請求 有 予備審査請求 有 (全 13 頁)			
(21) 出願番号	特願平8-504719	(71) 出願人	コンレ、 テイルマール
(86) (22) 出願日	平成7年(1995)7月20日		ドイツ連邦共和国 デー-81247 ミュン
(85) 翻訳文提出日	平成9年(1997)1月20日		ヘン ベンダーシュトラッセ 23
(86) 国際出願番号	P C T / E P 9 5 / 0 2 8 6 8	(72) 発明者	ベツク、 クリストフ・リード
(87) 国際公開番号	W O 9 6 / 0 2 9 8 9		ドイツ連邦共和国 デー-84072 アウ・
(87) 国際公開日	平成8年(1996)2月1日		イー・デー・ハラータウ シースルガス
(31) 優先権主張番号	P 4 4 2 5 7 1 3 . 9		3
(32) 優先日	1994年7月20日	(74) 代理人	弁理士 田中 浩 (外2名)
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), AU, CA, CZ, FI, H U, JP, KR, PL, US		

(54) 【発明の名称】 持続波ネットワークにおける多重キャリア伝送

(57) 【要約】

ディジタルコード化データでOFDM変調を行うことによって所要の信号伝送容量が減少するのを防止するために、各OFDM伝送フレームのフレーム・ヘッダ中の制御シンボル保護期間を各OFDM伝送フレームの所送データ領域中のデータ・シンボル保護期間より長くする。データ・シンボル保護期間の長さは復調時に求められ、次いでデータ・シンボル検出タイミングがその保護期間の長さに応じて求められる。



② 1

【特許請求の範囲】

1. 連続するOFDM伝送フレームの形式に構成されたOFDMシンボルの時間シーケンスが生成され、上記OFDM伝送フレームの各々が、1つ以上の制御シンボルを有するフレーム・ヘッダと複数のデータ・シンボルを有する有効データ領域とからなり、連続する各制御シンボルまたは各データ・シンボルの間にそれぞれ保護期間を有する、デジタル符号化データで多重キャリア変調を行う方法において、

上記各OFDM伝送フレームの上記フレーム・ヘッダにおける上記制御シンボルに対する保護期間を、上記各OFDM伝送フレームの上記有効データ領域における上記データ・シンボルに対する保護期間よりも長くなるように選択することを特徴とする、デジタル符号化データで多重キャリア変調を行う方法。

2. 上記各OFDM伝送フレームの上記有効データ領域における上記データ・シンボルに対する上記保護期間の時間的長さが可変であることを特徴とする、請求項1に記載のデジタル符号化データで多重キャリア変調する方法。

3. 請求項1または2に記載された方法に従って変調された多重キャリアを復調して元のデジタル符号化データを復元する方法において、受信した上記各OFDM伝送フレームの上記有効データ領域における上記データ・シンボルに対する保護期間の長さを求め、上記データ・シンボルの各検出タイミングを、検出した上記保護期間の長さの関数として決定することを特徴とする、多重キャリア復調して元のデジタル符号化データを復元する方法。

【発明の詳細な説明】

持続波ネットワークにおける多重キャリア伝送

発明の詳細な説明

発明の属する技術分野

本発明は、請求の範囲の請求項1に従うデジタル符号化データで多重キャリア変調する方法と、そのようにして多重キャリア変調された信号を、請求項3に従って復調して元のデジタル符号化データを復元する方法に関する。この前提技術の変復調方法は、フランス特許出願公開明細書FR-A-2,639,495号により周知である。

発明の背景

フランス特許出願公開明細書FR-A-2,639,495号により公知の多重（多、多数）キャリア変調（直交周波数分割多重変調(orthogonal frequency division multiplex modulation)、OFDM変調と略称する）において、OFDMシンボル（符号）の時間シーケンスは、デジタル符号化データで変調した多数のキャリア（搬送波）をフーリエ解析することによって生成される。その各OFDMシンボルは連続するOFDM伝送フレームの形式に配置構成され、その各OFDM伝送フレーム間は例えばゼロ（0）シンボルまたは空のシンボル（図1）等によって互いに隔てられ（分離し）ている。各OFDM伝送フレームは、1つまたは数個の制御シンボルを有するフレーム・ヘッダと、その後多数のデータ・シンボルを有する有効データ領域（有用データ領域）とからなる。OFDM復号器においては、制御シンボルを使用して、各受信OFDM伝送フレームの開始点と各OFDMシンボルを適正なタイミング（時間）で検出するとともに、レベル（または振幅）と位相に応じて正確な変調キャリア周波数を復元する。変調器側では、連続するOFDMシンボル（制御シンボルおよびデータ・シンボル）の各シンボル相互間に保護（ガード）期間が挿入される。その保護期間が存在することによって、マルチパス（多重経路）伝播に起因して復調器側で生じる連続OFDMシンボル間のクロストークまたは干渉を防止することができる。この公知文献では、各OFDM伝送フレームにおけるフレーム・ヘッダおよび有効データ領域における全てのOFDMシンボルに対する保護期間の時間的長さは互いに同じであ

る。

一方、特に持続波（同一周波）ネットワーク（Gleichwellennetzen）における受信位置において各遅延時間の間に大きな差が生じる場合は、その保護期間は比較的長い持続時間を有するように設計して、連続する各OFDMシンボル相互間のクロストークを高い信頼性で防止するようになさなければならない。しかし、そのように長い持続時間の保護期間を設けると、その結果として、有効信号の伝送容量または伝送効率が減少する。そのような状況を改善するための1つの選択肢として、保護期間の長さを長くし、また有効信号期間の時間長を同じ程度長くすればよい。しかし、そのようにすると、復調器側の費用（コスト）が相当高くなる。即ち、要求される、OFDMデータ・シンボルの検出（走査）精度、検出値の記憶容量、およびその検出値から得られる時間信号の周波数解析の計算費用（コスト）が、それぞれ不相応に過大に高くなる。従って、OFDM変調システムのための保護期間は、ネットワーク計画設計の観点から伝送容量、受信機の費用（コスト）および周波数効率に対する欠点を容認するように妥協して選択しなければならない。

これに対して、本発明の目的は、大多数のアプリケーション（適用例）において有効信号の伝送容量を減少させないようにし、同時に、広域に拡がる持続波ネットワークの場合をも考慮した伝送方式を実現することである。

発明の概要

この目的は、請求の範囲の独立請求項1および3の発明の特徴によって解決される。

本発明は、必ずしも全ての放送サービスまたは同報サービスに対して長い保護期間を設ける必要はないという認識に基づいている。例えば、ローカル・ネットワーク構成と地域的(regional)ネットワーク構成と全国的(national)ネットワーク構成との間では、必要な保護期間の長さは相違する。最も重要な点は、広い範囲の地域に持続波動作で信号を供給することである。本発明の思想は、このような認識から始まったもので、各OFDM伝送フレームのフレーム・ヘッダに対する保護期間だけを、考え得る最悪の条件のアプリケーションを想定して設計し、

各OFDM伝送フレームの有効データ領域のOFDMシンボルに対する保護期間は、考慮対象のネットワークにおいて生じる実際の遅延時間差に応じて設計する

ことである。

図面の簡単な説明

図1は、従来技術によるOFDM伝送フレームの概略設計を示す。

図2は、本発明に従うOFDM伝送フレームの概略設計の3つの例を示す。

図3は、図2に従ってOFDM伝送フレームを生成するOFDM変調器のブロック図を示す。

図4は、図2に従うOFDM伝送フレームの変調信号を復調するOFDM復調器のブロック図を示す。

発明の実施態様の詳細な説明

次に、本発明を図面を参照して詳細に説明する。

図3は、送信側のOFDM変調の基本的な特徴を示している。最小の伝送単位を表すOFDMシンボルを形成するために、デジタル符号化データのブロック310を考える。そのデータを用いて、周波数領域320における複数の直交キャリアが変調される。この処理において、標準的デジタル変調技術（例、QPSK、QAM、等）を適用して各キャリアを変調する。逆フーリエ変換330を用いて、持続時間 T_A の周期（期間）の時間信号を合成する。この周期的時間信号は、データ・ブロック310の全体の情報を含んでおり、中間的に記憶された検出値340の形態で利用可能となるものであって、アナログ信号に変換され、シンボル持続時間 T_g で送信される。ここで、シンボル持続時間 T_g は、サイクル持続時間（周期）によって決まる最小限の有効シンボル時間 T_A より長くなるように選択される。送信信号に対する付加時間または送信信号の延長時間は、持続時間 $T_g = T_A + T_{GI}$ を有する保護期間(guard interval)として表される。

本発明によれば、制御シンボル(Steuerungssymbole)に対する保護期間 $T_{g, str}$ ($T_{g, cont}$)は、データ・シンボルに対する保護期間 $T_{g, data}$ より長い長さに選択される。この選択は、OFDM伝送フレームにおけるOFDMシンボルの位置の関数の形で制御される切換え手段360によって実行される。ここで、保護

期間 T_{g_strg} の長さは、広域の持続波ネットワークにおいて予想（想定）される臨界条件においても連続する制御シンボル間のクロストークが回避（防止）できるように選択される。保護期間 T_{g_data} は、相異なる保護期間の集合（群）37

0の中から選択することができるものであり、個々の事例において実現した送信機のネットワーク構成によって実際に各遅延時間に差が生じたときにも、連続するデータ・シンボル間に実質的にクロストークが生じないような長さに設定される。データ・シンボルの保護期間 T_{g_data} に対して選択した持続時間の長さは、制御シンボルの信号を用いて受信側に伝えられる。このようにして、例えば図2のa)～c)に示すような相異なる保護期間を有するOFDM伝送フレームが生成される。

受信側では、最初にOFDM伝送フレームに対して概略の粗い同期が取られる。受信した時間信号400は、最初に伝送されたOFDMシンボルのシンボル持続時間 T_A において、検査（探索）されて最初にサイクル持続時間 T_A が検出され（420）、周波数領域へのフーリエ変換（430）によって解析される。伝送されたデータ450は、個々のキャリアを復調して復元される。一方、精細な時間同期を取って同期を微調整するために、通常、最初（第1の）OFDMシンボルが基準シンボルとして用いられて、伝送チャンネルのインパルス応答の計算が可能となり、かつキャリア周波数の振幅および位相が復元できる。伝送チャンネルのインパルス応答を用いることによって、長い時間となるように選択された保護期間 T_{g_strg} の持続時間の範囲内でマルチパス・チャンネルおよび持続波ネットワークにおいて生じる全てのエコーの振幅と遅延時間を知ることができる。

後続の各OFDMシンボルを検査してサイクル持続時間 T_A を検出するタイミングは、伝送フレームにおけるOFDMシンボルの位置の関数として、それぞれの保護期間の持続時間分だけ遅延される。制御490において、各制御シンボルおよび各データ・シンボルに対する保護期間の持続時間は、本発明に従って予め設定されている。そのデータ・シンボルに対する保護期間 T_{g_data} の持続時間は、先に、信号（制御シンボル）で伝えられて、取り得る相異なる保護期間495の集合（群）の中から選択される。

本発明による方法の利点は、比較的少ないハードウェア費用で保護期間の持続時間を柔軟に設定することができ、それによってOFDMシステムの実現およびネットワーク計画の観点からOFDMシステムを最適化することが可能になることである。また、本発明による方法の別の利点は、データ・シンボルに対して予

め設定した保護期間を越えるエコー遅延時間の差が生じたときに明らかになる。制御シンボルに対して十分に長い保護期間が与えられている限り、さらに、基準シンボルを用いて求められる伝送チャンネルのインパルス応答を用いた通常の方法により、データ・シンボルに対してエコー等化を行うことも可能となる。

【図1】

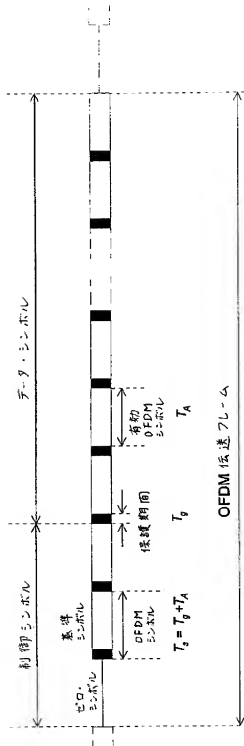
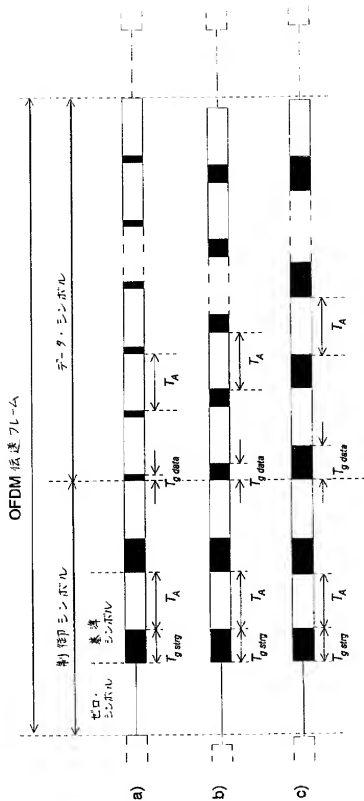


図 1

【図2】



$T_{g, \text{avg}}$ 固定長を有する制御シンボルの保護期間
 $T_{g, \text{data}}$ プログラム可能な長さを持つデータシンボルの保護期間
 T_A 固定長の有効OFDMデータシンボル

【図3】

OFDM変調器

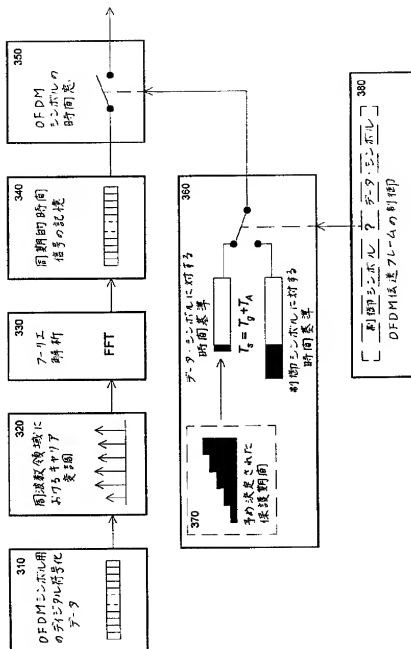


図 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/EP 95/02868	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04L5/06 H04H3/00	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04L H04H	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are excluded in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Citation of documents, with indications, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No.
A	RUNDfunkTECHNISCHE MITTELUNGEN, vol. 38, no. 1, January 1994 NORDERSTEDT DE, pages 14-23, BRUGGER 'DAB - Gleichwellennetze bei 1,5GHz' see page 14, right column, paragraph 2 - page 15, left column, paragraph 2 see table 1 --- -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex	
* Special categories of cited documents: "A" documents defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is used to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 3 November 1995	Date of mailing of the international search report 20.11.95
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 2911 Patentstra�e 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel.: (+31)-(0) 340 2040, Tx. 31 601 070 nl, Fax: (+31-(0) 340-3016	Authorized officer Scriven, P

Form PCT/ISA:1.9 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 95/02858

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SIGNAL PROCESSING IMAGE COMMUNICATION., vol. 5, no. 5/6, December 1993 AMSTERDAM NL, pages 379-403, TOURTIER ET AL. 'Multicarrier modem for digital HDTV terrestrial broadcasting' see figures 6-8, 11 see page 385, paragraph 2 - page 387, paragraph 1 -----	1-3
A	IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS, vol. 35, no. 3, August 1989 NEW YORK, US, pages 493-503, LE FLOCH ET AL 'DIGITAL SOUND BROADCASTING TO MOBILE RECEIVERS' see figure 3 see page 496, left column, paragraph 1 see page 501, right column, paragraph 5 -----	1-3

Form PCT/ISA/210 (continuation of revised form/2 (July 1992))